



**SJÄLVSTÄNDIGT ARBETE VID LTJ-FAKULTETEN**  
Lantmästarprogrammet  
10 hp



Hur påverkas ensilagebalarnas kvalitet beroende på klämkraft och plastjocklek?

The influence of gripping force and the plastic thickness on the quality of bale silage.

Johan Bjurevall & Erik Gullander

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, LTJ

Författare: Johan Bjurevall & Erik Gullander

Titel: Hur påverkas ensilagebalarnas kvalitet beroende på klämkraft och plasttjocklek?

Engelsk titel: The influence of gripping force and the plastic thickness on the quality of bale silage.

Program/utbildning: Lantmästarprogrammet

Huvudområde: Teknologi

Nyckelord: Ensilagebalar, klämkraft, plasttjocklek, balklämma, ensilagekvalitet och försök.

Handledare: Universitetsadjunkt Torsten Hörndahl, JBT

Examinator: Försöksledare Kristina Ascárd, LBT

Kurskod: EX0352

Kurstitel: Examensarbete för lantmästarprogrammet inom teknologi

Omfattning: 10 hp

Nivå och fördjupning: AB

Utgivningsort: Alnarp

Maj, 2009

Serie:  
**Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten**

Omslagsfoto: Johan Bjurevall

# FÖRORD

Lantmästarprogrammet är en tvåårig universitetsutbildning vilken omfattar 120 högskolepoäng (hp). En av de obligatoriska delarna i utbildningen är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t ex ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 6,7 veckors heltidsstudier (10 hp). Idén till studien kom från universitetsadjunkt Torsten Hörndahl som även varit handledare för arbetet.

Vi vill tacka Svalöfs Naturbruksgymnasium för att de ställde upp med åkermark och vallmaskiner, försöksledare Rainer Nylund och Torsten Hörndahl samt ett stort tack till Partnerskap Alnarp som varit med och sponsrat försöket. Vi vill även tacka Jan-Erik Englund som varit med och bearbetat vissa data ur försöket.

Försöksledare Kristina Ascárd har varit examinator.

Alnarp i maj 2009.

Johan Bjurevall  
Erik Gullander

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING .....	4
SUMMARY .....	5
INLEDNING .....	6
LITTERATURSTUDIE .....	7
RUNDBALSENSILERINGENS BÖRJAN .....	7
BESTÄMNING AV KLÄMKRAFT .....	8
PLASTNING .....	8
RÅKNEEXEMPEL .....	9
NORSKT FÖRSÖK .....	9
BALGRIPAR .....	10
<i>Lasema-gripen</i> .....	10
<i>Bala Agri-gripen</i> .....	11
<i>Ålö balgripas</i> .....	12
MATERIAL OCH METOD .....	14
FÖRSÖKSPLATS OCH MASKINTEKNIK .....	14
TILLVÄGAGÅNGSSÄTT .....	14
<i>Egen mätning</i> .....	17
RESULTAT .....	18
DISKUSSION .....	21
SLUTSATSER .....	23
REFERENSER .....	24
SKRIFTLIGA .....	24
MUNTLIGA .....	25

## SAMMANFATTNING

Syftet med detta examensarbete är att undersöka klämkraftens betydelse för ensilagekvaliteten för rundbalar. Därför gjordes ett försök på Svalövs Naturbruksgymnasium i maj 2008. Vår studie var en del i ett större försök med fler olika led. Vårt försök bestod av 4 olika led: 25  $\mu\text{m}$  plast med 100 bars klämtryck, 25  $\mu\text{m}$  plast med 140 bars klämtryck, 19  $\mu\text{m}$  plast med 100 bars klämtryck och 19  $\mu\text{m}$  plast med 140 bars klämtryck. Klämgripen som användes var en Ålö Quadrogrip som kan användas till både fyrkant- och rundbalar. Det vi provade med detta försök var att mäta tätheten i balarna. Detta gjordes med hjälp av en pump och tryckmätare, där ett undertryck pumpades upp. Sedan mättes tiden som det tog för balen att minska undertrycket till ett visst värde, vilket blev ett mått på balens täthet.

Det finns ett antal balgripar på marknaden. Vi har valt att undersöka 3 olika fabrikat: Ålö, Bala Agri och Lasema. Alla modeller är konstruerade för att göra så lite åverkan på balen som möjligt med avrundade hörn och gripen är formad efter balen. Konstruktionen är utformad efter kundens önskemål och efter en del försök. Olika typer av balklämmor som används har stark koppling till tradition och region.

Resultatet visade att den tunnare plasten gav tätare balar, men alla balar var tillräckligt täta för att bli godkända. Klämkraftens påverkan hade ingen påverkan på balens täthet, oberoende av vilket plastjocklek balen var inplastad med.

Med tanke på att försöket gjordes på en förstaskörd, hade gräset en späd och mjuk karaktär. Hade man tagit en sen andraskörd med högre stråstyvhet hade gräset med all sannolikhet stuckit hål på plasten och man hade behövt fler varv plast för att motverka detta.

För att kunna stapla balar på varandra i pyramidform måste en ts-halt på minst 30 % uppnås. Ska man stapla tre balar högt måste man ha en ts-halt på minst 40 %.

Slutsatser med detta arbete är att man kan spara in plastkostnader genom att använda en tunnare plast, som dessutom gör att balen blev tätare i förhållande till 25  $\mu\text{m}$  plasten. Klämkraftens påverkan hade ingen betydelse för balens täthet, så länge som balklämman inte gör hål på plasten.

## SUMMARY

With today's new and modern machinery, so-called wrapping baler, bales are wrapped on the fields. The management techniques result in a risk that damage wrapped bales, which leads to deterioration of feed quality. With increased profitability requirements it is important to reduce quality deterioration through proper bale handling and cheaper operations costs. Therefore, we have made a trial when we studied the influence of plastic quality and gripping force of seal integrity.

According to traditional methods plastic rolls should be used that are 750 mm wide and 25  $\mu\text{m}$  thin, with 70% pre-stretch and 50% overlap. In recent years, Trioplast AB has developed a plastic that is only 19  $\mu\text{m}$  thin. By using thinner plastic you can make about 30% more bales on the same roll, which gives a reduced plastic cost of around 10%.

There are numbers of bales handy on the market. We have chosen to highlight 3 different manufacturers: Ålöv, Bala Agri and Lasema. All models are designed to do as little damage as possible to the bale with rounded corners and the grip is shaped after the bale. The construction is designed to customer requirements, and after some trials. Different types of bale implements have strong links to tradition and region.

The study was conducted in Svalöv Agriculture School in May 2008. Our study was a part of a larger trial with more different parts. Our experiments consisted of 4 different parts: 25  $\mu\text{m}$  plastic with 100 bars gripping force, 25  $\mu\text{m}$  plastic with 140 bars gripping force, 19  $\mu\text{m}$  plastic with 100 bars gripping force and 19  $\mu\text{m}$  plastic with 140 bars gripping force. What we highlighted in this trial was to measure the seal integrity of the bales. This was made by a pump and pressure gauge, where a negative pressure pumped up. The time measured for the bale to reduce the pressure to a certain value, which became a measure of the closeness of the bale.

The results showed that the thinner wrapping gave closer bales, but all the bales were sufficiently frequent to be approved. Gripping force impact had no effect on the seal integrity of the bale, independent of the plastic thickness the bale was wrapped with.

This trial was made on a first harvest of the season, with means that the grass was quite thin and soft. If it had been a late second harvest with higher straw stiffness, then the question is if the thinner plastic had the same results or if it would poke the bale?

Conclusions of this work are that you can save costs by using a thinner plastic, which also make the bales with higher closeness in relation to 25  $\mu\text{m}$  plastic. The gripping force doesn't effect the closeness, which means that the bale implements design are not so important as long as it doesn't make holes on the bale.

## INLEDNING

Produktionskostnaderna för rundbalsensilering har ökat markant de senaste åren. Detta medför att man måste minska förlusterna och optimera insatserna. Sedan de s.k. inliner- och helintegrerade rundbalsystemen kommit på marknaden har man effektiviserat maskinkedjan. En man kan både pressa och plasta balarna, vilket sparar både tid och kostnader. Nackdelen med detta system är att balarna ligger kvar utspridda på åkern och kan utsättas för skadeangrepp, av t.ex. fåglar och gnagare. När balen sedan ska förflyttas till lagringsplatsen innebär det en risk för mekaniska skador på balen, vilket kan ge upphov till en negativ kvalitetsförändring. Därför är det av största vikt att hantera balarna varsamt för att inte punktera balen så att luft kommer in till den anaeroba ensileringsprocessen. Då behöver man en väl utformad balklämma som inte punktbelastar balen.

En stor kostnadspost i rundbalsensilering är plasten. Enligt allmänna rekommendationer behövs minst 6, gärna 8 lager för att få en god ensilering. För att höja kapaciteten och minska kostnaderna borde man kunna använda en tunnare plast, så att fler balar kan plastas in från samma plastrulle och man får en bättre vidhäftningsförmåga.

Målet med arbetet är att undersöka klämkraftens betydelse för ensilagekvaliteten. Kan man då också spara in på kostnaderna genom att använda en tunnare film? Detta medför en högre kapacitet, fler balar per plastrulle och mer plast med samma antal rullar. Med tanke på detta har vi valt att genomföra ett försök på en förstaskörd i Svalöv med två klämkrafter och två plasttjocklekar.

Våra frågeställningar i arbetet är om klämkraften och en tunnare plast har någon betydelse för ensilagekvaliteten. Avgränsningarna i arbetet är att vi valt att kontrollera två olika klämkrafter efter 24-28 timmar efter inplastning och två plasttjocklekar, 19 och 25  $\mu\text{m}$ .

Vi gjorde även ett eget test på andra ensilagebalar för att med dem jämföra ts-halt och stabilitet vid stapling.

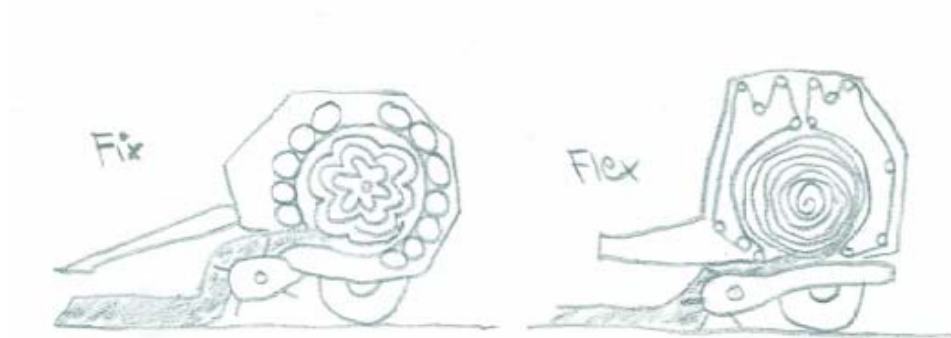
Försöket vi gjorde var en del i ett större försök, som man kan läsa mer om i Hörndahl m.fl. (2008).

# LITTERATURSTUDIE

## RUNDBALSENSILERINGENS BÖRJAN

I början av 1970-talet började det som skulle bli den moderna rundbalspressen att utvecklas. De första tillverkarna var bl.a. Hesston, John Deere, Massey Ferguson, Gehl och Vemeer från USA. De enklaste modellerna formade balar genom att de rullades på marken med hjälp av kedjor och medbringare. P.g.a. problem att få runda, välformade balar samt problem med föroreningar slog detta aldrig igenom. Den teknik som visade sig vara bäst var när balen pressades och formades i en balkammare och roterades med hjälp av gummiremmar eller kedjor + medbringare. Med denna teknik kunde man variera balstorleken och balen formades och pressades redan från början, vilket kom att kallas flexkammар-pressen (Neuman, 2001).

1977 introducerade Welger, Claas och Krone pressar med konstantkammer-principen, vilket innebär att balen pressas med konstant balkammарstorlek, den s.k. fixkammар-pressen. På senare år har även Claas utvecklat en hybridpress med s.k. MPS-teknik, vilket innebär att ett par valsar fälls in i kammaren och påbörjar balformningen tidigare. Rundbalspressen har även utvecklats med ett snittverk för bättre ensilering och utfodringstekniska skäl (Neuman, 2001).



Figur 1. Fix- och flexkammарprinciper.

För att på något vis kunna ensilera balarna är man tvungen att förpacka dem på något sätt så att det blir syrefri miljö. Den första metoden som kom i början på 1980-talet var att lägga rundbalarna i säckar. Tekniken var vanligast i Norrland, mest p.g.a. att det ansågs som en sämre metod i de södra och varmare delarna av Sverige. 1983 skördades 10 000 ha vall som rundbalsensilaget. Ett stort problem med säckarna var att de inte höll tätt och att säckarna inte omslöt balen tillräckligt, vilket gjorde att plasten fladdrade mycket och blåste sönder. Balarna pressades på åkern och transporterades till en lagringsplats, där balen säckades. Tiden däremellan kunde vara alltför lång, vilket även försämrade förutsättningarna för en god ensilering (Knutsson, 1984). För att uppnå en god ensilagekvalitet är hårt pressade och välformade balar en förutsättning. Det som påverkar balarnas densitet mest är ts-halten, men även körhastighet och körteknik. Med en ts-halt på 35 % genererar det en densitet på ca 140 kg ts/m<sup>3</sup> (Lingvall, 1995).



## BESTÄMNING AV KLÄMKRAFT

För att realisera trycket från en lastmaskins oljefflöde till en klämkraft måste någon typ av kalibrering genomföras. Genom att ansluta en manometer till hydraulslangen mellan balgripen och lastmaskinen kan man kontrollera griptrycket. I ett försök (Spörndly m.fl) 2007 bestämdes minsta möjliga tryck genom att klämma så hårt på balen utan att den börjar glida eller faller ur gripen. Detta tryck motsvarar ungefär 100 bar. För att översätta hydraultryck i slangarna till kraft kan man sätta en vågbalk mellan griparmarna för att få en uppfattning för kraften, dock i kg kraft som justeras till newton. Detta kan uttryckas som en formel:  $y = 144,84 x$ , där  $x$  är trycket i bar och  $y$  kraften i N. 100 bar motsvarar då ca 14 500 N och 140 bar ca 20 300 N. Enligt Klasson (2009) kan man uppnå ett tryck på 140 bar även med en mindre traktor, t.ex. en Volvo BM T 650. En hjullastare av modell Volvo L60 F har ett max arbetstryck på 26 MPa, vilket motsvarar 260 bar (Volvo, 2007).

I ett försök som gjordes 2006 användes högre krafter än 14 500 N vilket gjorde att många balar sprack, vilket antyder till att klämkraften inte får vara för hög för att säkerställa ensilagekvaliteten. Beroende på hur klämman är utformad behövs olika höga krafter för att inte tappa balen. Med en mindre kontakt yta på balen behövs ett högre tryck för att hålla balen kvar i klämman. Med lägre ts-halt blir klämskadorna större på balen p.g.a. den lägre densiteten (Spörndly m.fl., 2007).

## PLASTNING

För att få ett bra ensilage med bra kvalitet krävs det en god inplastning och en tillräckligt tät bal för att uppnå en syrefri miljö, så att bara mjölksyrabakterierna växer till. Med tillgång på syre riskerar man att även att andra bakterier växer till och man får en dålig kvalitet på ensilaget (Keller, 1998). Därför är det viktigt att ha en så bred plast som möjligt för att minimera skarvarna och därmed så minskar risken att luft tar sig in i balen. Med dagens utbud på ensilagefilm bör man använda 750 mm rullar som är den bredaste plasten på marknaden och även mest förekommande. För att få en tillräckligt tät bal bör man använda minst 6 lager plast med 50 % överlappning (Trioplast, 2009). I försök med ensilagefilm med 4, 6 respektive 10 lager plast minskade förekomsten av mögelangrepp i balarna från 58, 13 och 0 % (Lingvall, 1995). Enligt Keller (1998) som har gjort liknande försök, bör 6 lager plast vara det bästa även ur ekonomisk synpunkt. För att plasten skall omsluta balen tillräckligt bör den försträckas ca 70 % för att få maximal täthet av balen (Trioplast, 2009). Anledningen till att plasten måste försträckas är för att plasten skall sitta kvar på balen och att de olika lagren av ensilagefilmen skall få en god vidhäftningsförmåga mot varandra. Försträckning sker både i försträckaren och på balen. Skulle plasten försträckas mer än 70 % leder det till att plasten blir tunnare och smalare, vilket gör att plasten blir skörare och överlappningen minskar. Dessutom påverkar detta de laminierande egenskaper hos plasten negativt (Lingvall, 1995).

I Sverige har vi av tradition använt oss av vit plast. Enligt Lingvall (1995) så ökar bakterietillväxten i ensilagebalar plastade med mörkfärgad plast p.g.a. att värmeutvecklingen där är högre jämfört med vit plast. Orsaken till detta är att mörkare plast har mindre förmåga att reflektera solljus och balen blir därför varmare.

Standardtjockleken på sträckfilm i Sverige är idag 25 µm. På senare år har Trioplast tagit fram en tunnare film som redan är försträckt. Det gör att den bara är 19 µm tjock. Men den är utvecklad så att den även försträcks som vanligt i plastaren så att en försträckning på 70 % uppnås enligt svensk standard. Tack vare denna tunnare film får man mer plast per rulle och därmed 30 % fler balar med samma antal rullar. Med fler balar per rulle så minskar antalet rullbyten vilket påverkar både arbetsbelastningen, antalet stillestånd och ekonomin. Effektiviteten ökar därmed och man kan producera fler balar på samma tid som tidigare. Med denna tunnare plast går det åt 24 % mindre plast per bal och påverkar därmed också miljön positivt (Trioplast, 2009).

Den största risken med rundbalsensilering är att det kan gå håll på plasten vilket kan få förödande konsekvenser. Det största hotet är fåglar och gnagare. Man kan förebygga fågelskador med hjälp av nät eller rep. För att minska angrepp från gnagare bör balarna stå på en bädd av sand som dessutom bör vara väl-dränerad. För att undvika fysiska skador av tamboskap bör rundbalslagret stängslas in (Knutsson, 1984). Rundbalarna bör lagras stående därför att det finns mycket mer plast på gavlarna och därmed klarar de av en högre grad av fysisk påfrestning (Lingvall, 1995). Om balar har en ts-halt under 30 % bör de inte staplas på varandra p.g.a. att den undre balen kommer att deformeras. För att kunna stapla balar i två lager bör ts-halten vara mellan 30-40 % och över 40 % ts om man vill stapla 3 lager (Neuman, 2001). Balarna bör också staplas så fort som möjligt efter inplastning (Lingvall, 1995).

## **RÄKNEEXEMPEL**

Genom att använda en tunnare film räcker plastrullen till ca 30 % fler balar (Trioplast, 2009). En standardrulle t.ex. Triowrap som är 25 µm tjock och 750 mm bred räcker till att plasta in 17 balar med åtta lager. En sådan rulle kostar ca 770 kr. Detta ger en kostnad på 45,29 kr per bal. Om man använder en tunnare plast såsom Trioplus som endast är 19 µm tjock och 750 mm bred så kan man plasta in ca 22 balar. Den rullen kostar ca 890 kr. Detta ger en kostnad per bal på 40,45 kr. Då sparar man knappt 5 kr per bal vilket motsvarar ca 10 % i plastkostnad, plus att man får färre stillestånd p.g.a. plastbyte och att man får med sig mer plast ut i fält med samma antal rullar. Om man t.ex. plastar 2000 balar per år blir det en kostnadsbesparing på 9680 kr (Bengtsson, 2009).

## **NORSKT FÖRSÖK**

I ett norskt försök testade man olika transportsystem för inplastade rundbalar. De olika leden bestod av transport med balklämma, med spjut där hålen tejpades efteråt, på vagn och ett spjutliknande redskap med påträdde rullar, se tabell 1. Dessutom plastades balarna in med olika inplastningsteknik med traditionell 25 µm tjock plast. Totalt plastades 4 balar i varje led, vilket medför 48 balar totalt, plus 4 balar som transporterades oplastade och plastades in på lagringsplatsen. Hälften av balarna transporterades hem direkt efter plastning och den andra hälften hämtades efter 4-6 dagar. Detta upprepades under 3 skördar (Randy & Fyhri, 2004).

Tabell 1. Sammanställning av försöket i Norge.

Hanteringsmetod	Mögelförekomst, %
Inplastning vid lagringsplatsen	0,1 a*
Spjutliknande redskap med påträdda rullar	0,8 ab
Balklämma	1,7 bc
Vagn	2,6 c
Spjut	18,5 d

\*Samma bokstav visar ingen signifikant skillnad.

Med en totalsammanställning av alla tre skördarna och alla leden, visade det sig att plasta på lagringsplatsen och transport med spjutliknande redskap med påträdda rullar gav minst mögelförekomst och ingen signifikant skillnad sinsemellan. Ts-halterna var 16,6 % på förstaskörden, 24,5 % för andraskörden och 45 % på tredjeskörden. Resultatet efter balklämman var skild från ledet inplastad på lagringsplatsen men inte mellan det spjutliknande redskapet med påträdda rullar. Att transportera hem balen med balklämma eller med vagn hade ingen betydelse för balens kvalitet. Det allra sämsta var spjutet, som var signifikant skilt från alla led (Randy & Fyhri, 2004).

## BALGRIPAR

När man skall hantera inplastade balar bör man vara extra försiktig. 6 lagers plast ger en sammanlagd tjocklek på endast 0,15 mm. Då är det viktigt att använda sig av ett redskap som har en så stor kontaktyta som möjligt. När balen är nyinplastad kan gastrycket i balen vara stort, och den är därför väldigt känslig för fysisk påverkan. Skall balen hanteras ska det ske inom några timmar efter inplastning. Hanteras balen vid ett senare tillfälle kan lamineringen mellan plastlagerna brytas, och därmed inte lamineras (Lingvall, 1995). Balar med hög ts-halt kan man flytta när som helst, men balar med låg ts-halt bör man flytta så tidigt som möjligt och inte efter 3 timmar till tre dygn efter inplastning (Spörndly m.fl, 2007). Genom att plasta in balarna på lagringsplatsen minskar riskerna för att plasten skall gå håll på vid hantering. Balarna bör flyttas så lite som möjligt för att försäkra sig om en god kvalitet (Lingvall, 1995).

### *Lasema-gripen*

Lasema är stålföretag i Emmaboda med tillverkning av egna produkter och legotillverkning. Balgripen är utformad för att göra så liten åverkan på balen som möjligt. Alla hörnen är rundade liksom stålrören, alltför att vara så skonsam mot plasten som möjligt. Gripen är också formad efter balen, vilket ger ett jämt tryck över angreppsytan. Man har också tagit hänsyn till sikten vid konstrueringen.

För att klämkraften skall fördelas jämt på båda sidorna av balen är klämmarmarna parallellstyrda. Balgripen är endast utformad med 2 liggande rör. Anledning till att bara använda 2 rör istället för 3 som skulle fördela klämkraften på en större yta, är att det skulle bli alltför högt tryck på det mellersta röret (Johansson, 2009).



Figur 2. Lasema Balgrip (Foto. Lasema AB)

### ***Bala Agri-gripen***

Bala Agri är ett verkstadsföretag från Nossebro som även har legoverksamhet och partnerskap inom flera områden. De har två typer av gripar; HG 50 och HG 180. HG 50 är en grip som är utformad för att ta så liten plats mellan balarna som möjligt vid stapling. Ramen och armarna har rundade hörn för att vara skonsam mot balen. Armarna är raka, vilket förenklar utkörningen vid stapling av balar. Denna grip är utrustad med en cylinder som öppnar den klämmarm som har minst motstånd, vilket gör att gripen inte trycker på balarna när man staplar (Lundsgård, 2009).



Figur 3. Bala Agri HG 50 (Foto. Bala Agri AB).

Den andra typen av grip är HG 180. Den är utformad med ledande armplattor med syfte att inte fastna eller riva sönder plasten. Armarna styrs av två dubbelverkande uttag, vilket medför att varje arm kan styras separat. Det underlättar hanteringen när man ska stapla balar i mindre och trånga utrymmen och underlättar att stapla dem tätt intill varandra. Man kan även ställa trycket på gripen med hjälp av en överströmningsventil så att man alltid klämmer med rätt tryck. Trycket regleras i förhållande till balens vikt och balen kan inte klämmas sönder (Lundsgård, 2009).



Figur 4. Bala Agri HG 180 (Foto. Bala Agri AB).

### *Ålö balgripar*

Ålö AB är en av de största tillverkarna av frontlastare och redskap, samt är även marknadsledare på lastare och redskap i Sverige. Deras huvudkontor och lastartillverkning finns i Umeå, medan deras redskapstillverkning sker i Bergsjö. De tillverkar två typer av rundbalsgripar, Unigrip och Flexigrip. Den tekniska utformningen har framkommit och utvecklats genom försök med bl.a. Per Lingvall. Kunderna har även en stor påverkan och önskan om klämmans utformning. Ser man på förekomsten mellan dessa två gripar i Sverige så är Flexigripen vanligast, medan Unigripens popularitet är väldigt lokal och traditionsbunden (Olsson, 2008).



#### *Quadrogrip*

Gripen är ett kombinerat redskap för hantering av både fyrkant- och rundbalar. Den ena armen kan låsas fast för att förenkla staplingen. De båda griparmarna sitter på glidskenor som är underhållsfria (Ålö AB, 2009).

Figur 5. Ålö Quadrogrip (Foto. Ålö AB).

*Flexigrip*

Gripen är utformad så att den ena armen är låst, varvid den andra rör på sig. Detta innebär vissa fördelar vid stapling, då man kan stapla balarna tätt intill varandra utan att de skadas samt att det går lätt att backa ut från en staplad bal. Rören är grova med 90 mm i diameter, vilket gör att balen kan hanteras skonsamt och ger upphov till en lång livstid för gripen. Förlängningen i framkant är specifik för Ålö som gör det lätt att hantera balarna på alla håll (Ålö AB, 2009).



Figur 6. Ålö Flexigrip (Foto. Ålö AB).

*Unigrip*

Klämmans utformning är konstruerad för att fördela trycket jämt runt balen och på en så stor yta som möjligt. Även denna klämma är kraftigt byggd och saknar vassa kanter för att minimera risken för att skada balen. Klämman kan fås i 2 storleksmodeller, från 90 till 160 cm. Den har även en låg nettovikt på 200 kg respektive 240 kg.



Figur 7. Ålö Unigrip (Foto. Ålö AB).

*Flexibal*

Flexibal är ett spjutredskap som även kan förflytta inplastade balar med hjälp av påtrådda skyddsrullar. Balen lyfts upp underifrån och ingen klämverkan görs på balen, utan endast balens egen vikt vilar på rullarna.



Figur 8. Ålö Flexibal (Foto. Ålö AB).



## MATERIAL OCH METOD

Vårt försök var en del i ett större försök med 11 olika led där olika klämtider efter plastning belystes samt att 4 av dessa led hade den tunnare plasten. Totalt pressades 55 balar. Försöket gick ut på att undersöka två olika klämkrakter och två olika plaster vid hantering av balar. Försöket omfattade 4 stycken led med 5 upprepningarna. Alla balarna förflyttades med intervallet 24-28 timmar efter pressning och inplastning.

## FÖRSÖKSPLATS OCH MASKINTEKNIK

Försöket var beläget på Svalövs Naturbruksgymnasiums ekologiska gård Rönnetorp den 24:e maj 2008.

Vallen hade en sammansättning på ca 80 % gräs och 20 % klöver och målet var att skörda med en ts-halt på ca 30 %. Vallen var gödslad med flytgödsel vid två tillfällen; 7 och 15 april då endast halva arealen gödslades per gång. Gödselgivan beräknades till ca 33 N, 24 kg P och 84 kg K. Vallen slogs med en burens slåtterkross som lade gröda i sträng. Pressen som användes var en Vicon RV 1601 kombibale



Figur 9. Vicon RV 1601 kombibale.

och gjorde balar med 120 cm i diameter. Pressen var av typ flexkammarpres med inplastare med dubbla sveparmar. Balarna plastades med 6 lager plast, 70 % försträckning och 50 % överlappning. Balarna klämdes sedan med en Ålö Quadrogrip som satt på en hjullastare av märket Volvo L 50B.

## TILLVÄGAGÅNGSSÄTT

Efter att vallen hade slagits och uppnått rätt ts-halt, började pressningen. Innan inplastningen av balen började, märktes balen med nummerlappar och tre prover togs. Sedan plastades balen och ställdes på en masonitskivebelagd europa-pall. Balen nummermärktes och även tiden angavs då balen inplastades. Balarna flyttades sedan med hjälp av en mindre lastmaskin med pallgafflar och transporterades på en boggikärra till lagerplatsen. Balarna täcktes över med fågelnät för att minska skador från fåglar.

När balarna sedan skulle hanteras dagen efter, användes en tryckmätare som kopplades in på balgripen för att veta vilket tryck man använde. Balarna klämdes med ett tryck av 100 bar, vilket motsvarar minimitrycket för en bal med 40 % ts inte skall glida ur gripen. Trycket på de balarna som klämdes med en högre kraft var på 140 bar. Enligt Klasson (2009) kan man uppnå detta tryck även med en mindre traktor, t.ex. en Volvo BM T 650.



Figur 10. Flyttning av balar.

När balarna väl hanterades kördes lastmaskinen över en träribba två gånger för att simulera ojämnheter på fältet. Detta upprepades efter ca 10-15 min från föregående klämning. Efter att alla balar klämts efter det rätta trycket återplacerade man dem på lagerplatsen där de täcktes över med fågelnet.



Figur 11. Testklämning av balar.



Figur 12. Lagerplatsen.



Tabell 2. Hantering samt plastkvalité för de olika försöksleden.

Behandling (hanterades mellan 24-28 timmar efter inplastning)	Plastfilm	Antal
Balarna hanterades med 100 bars tryck	25 $\mu\text{m}$	5
Balarna hanterades med 100 bars tryck	19 $\mu\text{m}$	5
Balarna hanterades med 140 bars tryck	25 $\mu\text{m}$	5
Balarna hanterades med 140 bars tryck	19 $\mu\text{m}$	5

Den 22 september avbröts försöket och balarna öppnades. Alla balar undersöktes för att kontrollera förekomsten av jäst och mögel på ytan av balen. Ett A4-ark skulle motsvara en procent av balen. Balarna vägdes även och omkretsen mättes för att kunna räkna ut densiteten samt att tre prover togs för att kunna göra analyser. Innan balarna öppnades gjordes gasmätningar för att bestämma tätheten i balen.



Figur 13. Undersökning och kontrollering (Foto. Torsten Hörndahl).

### ***Gas och täthetsbestämning***

För att bestämma tätheten på balarna användes en tryckmätare och en pump för att få upp ett undertryck i balen samt en ventil som sattes på balen. Ventilen gör så att ingen luft kan komma in utifrån utan bara kan suga ut inifrån balen. Genom att sticka in en kanyl i ventilen kunde undertrycket mätas. Därefter pumpades luft ut ur balen så att ett undertryck uppgår till -200 kPa. Sedan mättes tiden tills det att undertrycket var -150 kPa. Mättiden blev då ett mått på balens täthet. Täthetsmätningarna gjordes vid två tillfällen. Den första mätningen var den 7 juli, täthet 1, och den andra var den 21 september, täthet 2.



Figur 14. Pump, tryckmätare och ventil (Foto. Rainer Nylund).

Resultatet är uträknat i ett program som heter SAS, där man stoppar in alla enskilda data och redovisas som "least square means" (LSM). För att försäkra sig om att balarna är täta ska balarna ha ett täthetsvärde på minst 100 sekunder enligt Spörndly m.fl. (2007) som refererar till muntliga uppgifter.

Bearbetningen av alla data gjordes sedan i dataprogrammet Minitab för att få fram ett korrekt diagram.

***Egen mätning***

För att ta reda på vid vilken ts-halt balarna verkligen är formstabila, tog vi ett antal prover ur en balpyramid staplat 3 balar högt och dessutom lagrats under vintern. Balarna var pressade med en Claas Rolant 255 fixpress från en andraskörd, vilket skulle göra att balarna skulle vara lite mindre hårda i jämförelse med en flex-press som det handlade om i vårt försök. Pyramiden var fortfarande intakt från staplingstillfället, varvid vi var intresserade av ts-halten. Vi gjorde ett antal prover från balarna i pyramiden och gjorde 3 ts-mätningar i värmeskåp i 60 °C under 45 timmar.

## RESULTAT

Försöket genomfördes under goda förhållanden. Vädret var optimalt liksom skördetidpunkten. Trots det fick en bal från vårt försök uteslutas ur försöksresultatet, då den inte klarade gastäthetsmätningen p.g.a. hål på balen, och då inte heller belasta resultatet.

När balarna öppnades hade många av dem ganska kraftiga klämskador efter balgripen. Många av balarna var också ihopsjunkna. Balarna hade en snittdensitet på 158 kg ts/m<sup>3</sup>.

För att få en mer statistisk korrekt resultat ingick den tunnare filmen i flera led: balar som ej är klämda, balar som är klämda efter 3-5 timmar, balar som är klämda 24-28 timmar, balar som är klämda dag tre, samt balar som är klämda efter 24-28 timmar med 50 % högre kraft.



Figur 15. Klämskadad bal  
(Foto. Torsten Hörndahl).

Tabell 3. Resultat av mätningar och analyser i försöket.

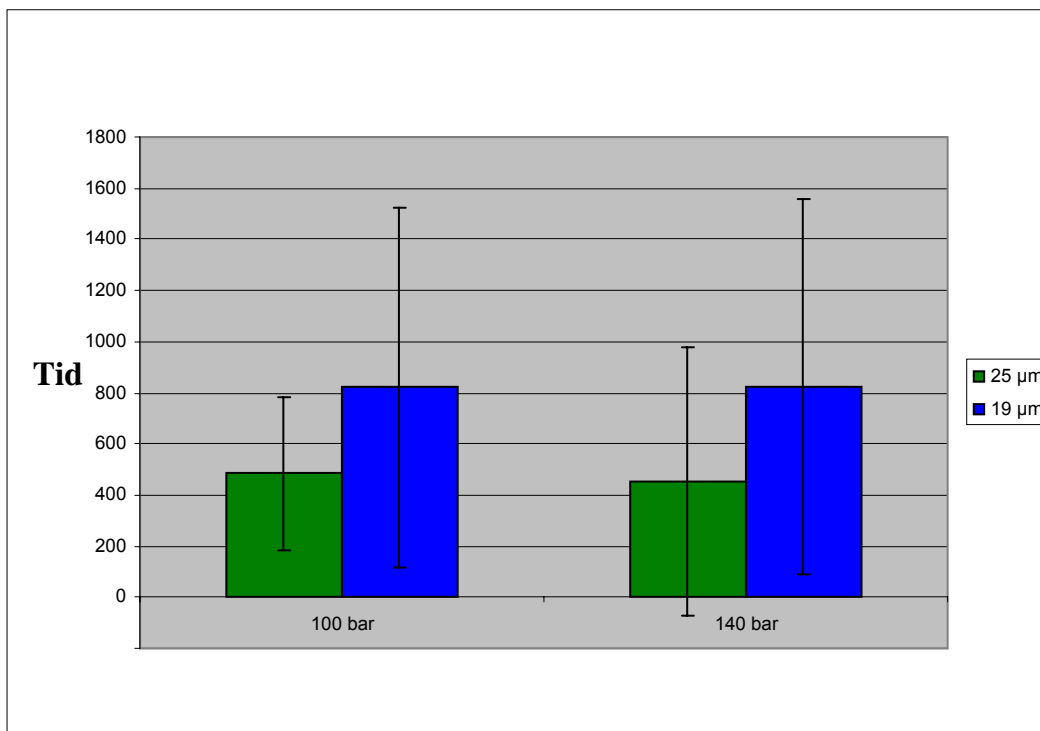
		Täthet 1, s	Täthet 2, s	Ts, %	pH	Jäst, %	Mögel, %
Kraft	låg	<b>396</b>	<b>926</b>	35,3	4,4	0	0,03
	hög	223	<b>907</b>	35,9	4,4	0,04	0,03

Signifikanser: fet = signifikant skild från tiden 100 sek.

### Kraft:

I figur 16 kan man utläsa att man inte kan påvisa att klämkraften har någon betydelse för balens täthet ( $p=0,956$ ). Däremot får klämkraften betydelse för den tjockare standardplasten, då spridningen av resultatet blir större, men dock ingen signifikant skillnad. Resultatet för den tunnare plasten är densamma för båda klämkrafterna, och standardavvikelsen är i princip oförändrad.

Betydelsen för båda kraft + filmtjocklek har ingen signifikant skillnad ( $p=0,945$ ).



Figur 16. Täthetens påverkan vid olika klämkrafter. De svarta sträckan i staplarna motsvarar standardavvikelsen.

### Film:

19 µm skiljer sig från 25 µm vid Täthet 2 ( $p<0,05$ ) för hela försöket. Dock var det inte statistiskt säkerställt att det var signifikant skillnad på tätheten på endast våra led, då p-värdet var på 0,207.

Både vid Täthet 1 och Täthet 2 skiljer de sig från 100 sek ( $p<0,05$  resp  $p<0,001$ ).

För alla leden i försöket var det signifikant skillnad på täthet 2 i jämförelse med 100 sekunder. Däremot var det inte signifikant skillnad i alla leden för täthet 1, då endast 5 balar var täta.

**Egen mätning:**

Resultatet från vår egen mätning gav ett medelvärde av ts-halten på 45 %.



Figur 18. Balpyramid från en Claaspress.



## DISKUSSION

Det mest intressanta med vårt examensarbete var att göra själva försöket. Se hur försöksplaneringen, genomförandet och bearbetningen av försöksdata gjordes. När man läser om försök och försöksrapporter är det viktigt att förstå hur man gått tillväga och vilka förutsättningar som givits för att få en så korrekt bild som möjligt av resultatet. Våra förväntningar var att det inte skulle vara någon skillnad på plasttjocklekarna, men däremot att klämkraften skulle ha betydelse. Med försöket kunde vi påvisa det motsatta, att klämkraften inte har någon betydelse men plasttjockleken har betydelse för balens täthet. Därmed har vi fått svar på syftet med hela examensarbetet.

Klämkraften i försöket visade sig inte ha någon betydelse för foderkvaliteten. Den högre klämkraften var 140 bar och frågan är om den var tillräckligt hög? Med en hjullastare kan man uppnå ett tryck upp till 260 bar, vilket är nästan dubbelt så hög som vår klämkraft i försöket. Om vi hade använt oss av en högre klämkraft kanske resultatet hade blivit annorlunda och att klämkraften haft betydelse. Hade vi använt oss av maxtrycket från en hjullastare hade man med all sannolikhet skadat balen så att lamineringen bryts mellan plastlagrena, med tanke på hur balarna såg ut efter våra 140 bar. Med en annan grip med större anläggningsyta krävs det en mindre kraft för att behålla balen i gripen, vilket då skulle påverka balen mindre.

I vårt försök var grönmassan från 1:a skörden och gräset var ganska spätt. Vad hade hänt om försöket gjorts på en sen 1:a skörd med en ts-halt upp mot ca 70 %, och hur hade resultat på fodret sett ut med den tunnare plasten? Med tanke på att stråstyvheten skulle vara högre hade man sannolikt behövt fler lager med plast för att inte riskera att plasten går sönder och att balen får försämrad kvalitet. Då är det ingen vits att använda den tunnare filmen om man ändå måste plasta in balen med fler lager plast eftersom som den tjockare filmen gav tillräckligt täta balar för att vara godkända.

Balarna klämdes av en Ålö Quadrogrip och lämnade större synliga klämmärken efter sig på balen. Hur viktigt är det egentligen med balklämmans utformning så länge som den inte gör hål på plasten? Trots att balarna hade synliga klämskador gav det godkända resultat, oskadad



Figur 17. Stapling efter omplastning av balarna.

plast och inga signifikanta kvalitetsförändringar. Hade vi fått andra resultat med en rundbalsklämma? Med hänsyn till utformningen skulle klämkraften fördelas ut på en större yta på balen och troligtvis lämna lite mindre synliga klämskador. Är inte balklämmans utformning mest utarbetad för att kunna stapla balar tätt intill varandra och att man skall kunna ha en bra sikt framför balen? Ja, de flesta

balklämmor har funktioner att låsa den ena armen eller liknande för att på bästa sätt kunna stapla balarna tätt intill varandra. Med rätt material och utformning minskar riskerna att göra hål på plasten, vilket tas hänsyn till vid utformningen och tillverkningen av balgripär. Frågan är om balarna hade blivit mer formstabila vid en högre ts-halt? Det hade de sannolikt. Med hänvisning till vår litteraturstudie så går det bra att stapla 2 balar på varandra med en ts-halt mellan 30-40 %, vilket innebär att de ska vara mer formstabila. I försöket var ts-halten omkring 35 % och densiteten inom rimliga värden i förhållande till ts-halten, vilket skulle vara fullt godkänt för att få formstabila balar. Ändå behöll inte balarna sin form.

I vår egen mätning på andra ensilagebalar stämmer resultat bra överrens med vår litteraturstudie om ts-halt och stapling av antal balar på höjden, då man måste ha en ts-halt över 40 % för att kunna stapla tre balar högt. Det stämde dock inte i vårt försök, då ts-halten var den rätta för att stapla 2 balar högt men pyramiden blev inte intakt. Man kan då dra slutsatsen att orsaken till att balarna i försöket inte blev tillräckligt formstabila antagligen beror på att balarna pressades med för lågt tryck eller med felaktigt körteknik över strängen, då de andra parametrarna som ts-halt och densitet stämde väl med litteratur och vår egen mätning med en fixpress. För att vi skulle ha fått ett mer jämförbart resultat hade vi hoppats på att få samma ts-halt i vår egen mätning som i försöket, för att kunna göra en mer rak jämförelse mellan balarna.

Vid transport från fält till lager sker en viss fysiskt påverkan på balarna. De gnids mot varandra och även mot kärran. Med en tunnare plast borde balen bli känsligare för yttre fysisk påverkan, vilket gör att det man vinner vid inplastning av en tunnare film kan förloras vid fortsatt lagring då hål på balen lättare uppstår. Man bör då utfodra balen så fort som möjligt för att undvika dåligt foder.

När gastätheten mättes på balarna var det endast täthet 2 som gav anmärkningsfria balar. Däremot var det bara hälften av leden i täthet 1 som gav godkända balar. Detta beror troligtvis på att jäsningsprocessen inte hade avslutats ännu och balen hade ett övertryck. Med hänvisning till tidigare försök kunde man påvisa att det finns en övre gräns för hur hård kraft man kan klämma balen med. Klämmer man för hårt spricker lamineringen och luft kommer in i balen som stör ensileringsprocessen.

I vårt delförsök fanns det inte tillräcklig signifikans för att se att olika plasttjocklek hade betydelse för balens täthet. Spridningen i resultatet var för stort, men det fanns en klar tendens till att det fanns en skillnad mellan plasttjocklekarna. Däremot var det en klar signifikant skillnad på försöket som helhet då fler balar var inblandade, vilket ger ett säkrare resultat. Trots att vi kunde påvisa en skillnad i tätheten, så var även den tjocka plasten tillräckligt tät för att anses vara tät.

Det som skulle ha förbättrat vårt försöksresultat hade varit att göra fler balar för att minska spridningen i resultatet. Med en annan press eller körteknik hade man troligtvis kunnat göra hårdare balar, vilket skulle ha kunnat påverka resultatet. Genom att använda en klämma utformad för rundbalar hade det speglat verkligheten bättre, då det flesta använder en sådan vid hanteringen av rundbalar.

Något som skulle vara intressant i framtiden är att göra försök på hela kedjan, från fält till utfodring och därmed se vart de känsligaste och mest avgörande hanteringarna sker. Då får man reda på vart man bör lägga mest intresse och tid på.

## SLUTSATSER

- Med försöket kan vi påvisa att en tunnare film ger tätare balar. I vårt delförsök kunde man inte statistiskt bevisa att det fanns en skillnad i tätheten mellan de två olika plasttjocklekarna. Detta berodde med all sannolikhet på att upprepningarna var för få, eftersom man i totalförsöket kunde visa en signifikant skillnad.
- Att öka klämkraften från 100 bar till 140 bar påverkade inte balens täthet.
- Balens formförändring i samband med klämningen påverkade inte balens täthet.
- Filmtjockleken har inte någon betydelse för klämkraftens påverkan på balen.



## REFERENSER

### SKRIFTLIGA

Bala Agri AB. 20 februari 2009. <http://www.balaagri.se> (20 februari 2009)

Hörndahl, T. 2008. *Ensileringsmaskiner*. Kurskompendium "Växtodlingens teknik". Lantmästarprogrammet. SLU.

Hörndahl, T. Spörndly, R. Nylund, R. & Algerbo, P-A. 2007. Slutrapport Projekt nr V-0730300. SLU.

Keller, T. 1998. *The effect of sealing and of additives on the fermentation characteristics and mould and yeast counts in stretch film wrapped big-bale lucerne silage*. Institute of Animal Nutrition and Planned Crop Storage, Martin-Luther-University Halle-Wittenberg. Germany.

Knutsson, B. 1984. *Säkrare rundbalsensilering*. Husdjur Nr 4. s. 22-23.

Lasema AB. 28 februari 2009. <http://www.lasema.se> (28 februari 2009)

Lingvall, P. 1995. *The balewrapping handbook*. Trioplast AB. Smålandsstenar.

Neuman, L. 2001. *Stora balar och stora pressar*. Kurskompendium "Växtodlingens teknik". Lantmästarprogrammet. SLU.

Randby, Å & Fyhri, T. 2004. Transport av plastpäckade rundballer. Norges Vels rapport nr 4. Skjetten. Norge.

Spörndly, R. Nylund, R. Hörndahl, T. & Algerbo, P-A. 2007. Slutrapport Projekt nr V-0630012. Täthet av rundbalar av ensilage. SLU.

Trioplast AB. 25 februari 2009. <http://www.trioplast.se> (25 februari 2009)

Volvo Construction Equipment. 2007. "Volvo Hjulastare L60F, L70F och L90F". Eskilstuna.

Ålö AB. 28 februari 2009. <http://www.alo.se> (28 februari 2009)

**MUNTLIGA**

Bengtsson, Freddy. Växtodlingsförsäljare. Lantmännen Lantbruk AB Alstad. April 2009.

Johansson, Lasse. Produktchef. Lasema AB. Februari 2009.

Lundsgård, Bengt. Produktansvarig. Bala Agri AB. Februari 2009.

Olsson, Cyril. Produktutvecklare. Ålö AB. Oktober 2008.

Klasson, Jörgen. Resemekaniker. Lantmännen Maskin AB. Februari 2009.